Ciclo de mejora en el aula para el estudio del átomo en primero del grado en educación primaria

Improvement cycle in classroom for the study of the atom in first grade of primary education

VICTORIA VALDIVIA GIMÉNEZ

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3534-7074>

Universidad de Sevilla. Departamento de

Química Orgánica y Farmacéutica

Área de Química Orgánica

vvaldivia@us.es

Fecha de recepción: 28-10-2019.

Fecha de aceptación: 04-11-2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.036>

Pp.: 819-843

Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

En esta comunicación se expone el proceso de creación de un ciclo de mejora en el aula cuyo objetivo es el estudio razonado del átomo por parte de alumnos de primero del grado en Educación Primaria. Para ello, en primer lugar, se diseñó un modelo metodológico adecuado a las circunstancias de trabajo, posteriormente se integró el contenido del tema al modelo metodológico mediante el empleo de un mapa de contenidos que a su vez permitió obtener preguntas clave o estructurantes. Seguidamente, se diseñaron una serie de preguntas encadenadas que, mediante hojas de trabajo individual y después en grupo, ayudaron a los alumnos a resolver dichas preguntas clave y con ello a comprender y aprender los puntos principales del tema. Finalmente, la evaluación del nivel de aprendizaje de los alumnos se realizó mediante el uso de escaleras de aprendizaje que mostraron ser una herramienta útil tanto para conocer el nivel inicial de conocimiento de los alumnos como para conocer su evolución después de realizar las actividades diseñadas. Dicha evolución fue significativamente positiva en todos los casos.

Finalmente, los alumnos evaluaron en una escala de 0 a 5 la utilidad del nuevo método docente, así, el 80% de los estudiantes valoró positivamente el CIMA en cuanto a su utilidad a la hora de trabajar, estudiar y comprender el contenido del tema.

Palabras claves: Fundamento de Ciencias de la Materia, Grado en Educación Primaria, docencia universitaria, experimentación docente universitaria, estudio y comprensión del átomo.

Summary

In this communication, the creation process of an improvement cycle in classroom for the reasoned study of the atom by students of first grade in Primary Education is exposed. In order to perform this work, firstly, a methodological model adapted to the working circumstances was designed, then, the subject content was integrated into the methodological model through the use of a content map that allowed to obtain key or structuring questions. Then a series of chained questions were designed in worksheets for individual and group resolution. In this way the students were able to understand and learn the main points of the subject. Finally, the evaluation of the students' level of learning was carried out through the use of learning stairs with excellent results.

Keywords: "Matter Sciences", "Primary Education Degree", "University Teaching", "University Teaching research", "atom study and understanding".

Breve descripción del contexto

El ciclo de mejora en el aula (CIMA) recogido en este trabajo se realizó en el contexto de la asignatura de Fundamentos de Ciencias de la Materia de primero del Grado en Educación Primaria. Los alumnos participantes pertenecían al grupo 5, de aproximadamente 60 personas, de los que acudían a clase una media de 40, que fueron los que realizaron la experiencia. Las condiciones del espacio eran relativamente adecuadas, ya que si bien la clase era amplia, los asientos estaban anclados al suelo, lo que dificultaba el trabajo en grupo.

Principios didácticos

El principal principio didáctico que se tuvo en cuenta se basó en la experiencia narrada por Don Finkel en su libro “Dar clase con la boca cerrada” (Finkel, 2000). En el capítulo 6 del citado libro, el autor hace referencia a que **formular problemas** centrados y directos e invitar a los alumnos a trabajar en ellos en grupos pequeños, puede ser una alternativa a la tradicional clase magistral.

Para ser capaz de formular los problemas y/o preguntas que estructuren el contenido de un tema, el docente, debe realizar un trabajo previo de elaboración de un mapa de contenidos (ver apartado 3) que refleje las interacciones más potentes entre los llamados contenidos estructurantes, así como los principales valores, procedimientos y datos que se relacionan con ellos. El mapa de contenidos ayuda al docente a pensar y diseñar problemas para cada contenido estructurante (problema estructurante). Después de plantear estos problemas, se deben diseñar actividades en forma de **preguntas encadenadas** como ayuda para organizar y facilitar sus razonamientos. Estas

preguntas se consideran una guía para resolver cada problema pero sin proporcionar una respuesta. Para Finkel, este es el proceso que conduce a la comprensión y, de aquí, al conocimiento. Las preguntas encadenadas, no deben narrar directamente ni anunciar los resultados, sino que tienen que animar a los alumnos a hacer descubrimientos y pensar por ellos mismos, para encontrar sus resultados y posteriormente contrastarlos con los de los demás grupos y con la opinión del docente y de esta forma generar un aprendizaje duradero. Según Finkel, elaborar las preguntas es un arte y para hacerlo bien, el profesor debe conocer bien a los alumnos y la materia que imparte, ya que cada alumno tendrá experiencias de aprendizaje diferentes con la misma secuencia de preguntas encadenadas. Escuchar las discusiones de los grupos es crucial para saber el nivel en el que se encuentran los alumnos.

En cuanto a la evaluación del aprendizaje del alumno, debe fundamentarse en obtener una idea general del conocimiento sobre el contenido del tema que tiene el grupo antes de iniciar el CIMA para conocer los obstáculos que deben superar los alumnos hasta alcanzar un aprendizaje duradero y de calidad. Para ello, como veremos en siguientes apartados, se utilizaron **escaleras de aprendizaje**.

Mapa de contenidos y problemas o preguntas estructurantes

El mapa de contenidos elaborado se presenta en la figura 1. Como se puede observar, consta de varias partes diferenciadas por colores, de modo que cada color se corresponde con uno de los contenidos clave o estructurantes para la comprensión del tema.

El color rosa hace referencia a los contenidos del tema relacionados con las partículas elementales que componen los átomos. En él se abordan los diferentes experimentos realizados a lo largo de la reciente historia de la Química que llevaron al descubrimiento de la naturaleza eléctrica de la materia, desde el uso del tubo de rayos catódicos para el descubrimiento de los electrones, hasta los modelos atómicos de Thomson y Rutherford y su relación con el descubrimiento del núcleo atómico con los protones y los neutrones y sus propiedades. Se trata de un bloque de contenidos cuyo aprendizaje permite al alumno tomar conciencia de lo importante que es la investigación científica para el avance de la humanidad y de que cada aportación permite crecer en conocimiento, lo que supone un aprendizaje de valores por parte del alumno. Asimismo, estos contenidos permiten conocer al alumno los experimentos y observaciones que realizaron estos científicos para obtener sus avances, lo que supone un aprendizaje de tipo procedimental.

Figura 1: Mapa de contenidos y problemas estructurantes. Cada color se corresponde con uno de los contenidos clave para la comprensión del tema y los problemas estructurantes con los que se abordan están en color rojo.

El color verde se relaciona con los contenidos que estudian conceptos de gran utilidad para comprender la estructura atómica como son el número atómico y el número másico, íntimamente relacionados con las propiedades químicas de los elementos y con el concepto de isótopo.

En gris se diferencian los contenidos del tema relacionados con la disposición de los electrones dentro del átomo, para ello es necesario conocer de qué está constituida la radiación electromagnética y la observación de los espectros discontinuos así como los experimentos que realizaron los científicos de la época como Bohr y Schrödinger para proponer modelos atómicos más avanzados en los que se introducen los conceptos de órbita y orbital, lo que supone un complejo aprendizaje de valores, procedimientos y conceptos por parte del alumno.

El color morado muestra los contenidos relacionados con la configuración electrónica de los átomos, el abordaje de esta parte del tema permitirá a los alumnos conocer los procedimientos o reglas que se siguen para el llenado de orbitales con electrones y cómo se llegó al establecimiento de estas reglas. Son por tanto contenidos que permiten al alumno el aprendizaje de valores, procedimientos y conceptos.

Estos tres grandes bloques de contenidos, están íntimamente relacionados entre sí y el aprendizaje de uno de ellos no puede ser independiente del de los demás para conocer los aspectos fundamentales del átomo. A su vez, el conocimiento de las características de los átomos es fundamental para ser capaces de entender la forma en que éstos están ordenados en la tabla periódica y no solo eso, también permitirá a los alumnos conocer su relación con la materia, es decir, el mundo que les rodea.

Todos los contenidos se abordan mediante problemas estructurantes que también vienen reflejados en el mapa

de contenidos. Los diseñados para este tema fueron los siguientes:

1. Escribe una razón por la que crees que son importantes los átomos. (Contenido transversal)
2. Dibuja un átomo y nombra sus partes. (Contenidos diferenciados con el color rosa y gris en el mapa de contenidos)
3. Coloca siete partículas en el siguiente diagrama de energía. ¿Cómo se llaman esas partículas? ¿Qué significan las letras s y p escritas en el diagrama? ¿Qué elemento(s) tiene(n) ese diagrama de energía? (Contenidos diferenciados con el color morado en el mapa de contenidos)

Figura 2: Diagrama de energía de un átomo

4. ¿En qué se diferencian los átomos de unos elementos y los de otros? (Contenidos diferenciados con el color verde en el mapa de contenidos)

Estos cuatro problemas estructurantes son capaces de integrar todos los contenidos fundamentales del tema.

Modelo metodológico

El modelo metodológico que se refleja en la figura 3, se repitió de la sesión 2 a la 6 del CIMA con pequeñas modificaciones referidas a los tiempos de cada actividad. En la sesión 1, los alumnos contestaron un cuestionario inicial que contenía los problemas estructurantes del tema, además, se crearon grupos de trabajo de cuatro alumnos y se realizó una actividad de lectura y comentario de texto.

Figura 3: Modelo metodológico utilizado.

Una vez finalizada la primera sesión, se entregó a los alumnos una serie de preguntas encadenadas a través de la herramienta de Enseñanza Virtual de la Universidad de Sevilla. Estas preguntas las debían trabajar con el fin de resolver los problemas estructurantes, individualmente fuera del aula y posteriormente en grupos en el aula, como se refleja en el modelo metodológico. Todas ellas se muestran a continuación (de nuevo, los colores se relacionan con los contenidos del mapa y cada contenido se trabaja en una sesión):

Sesión 2: *Las partículas elementales* (Color rosa en el mapa de contenidos)

1. ¿Quién descubrió el átomo? ¿En qué año?
2. ¿Cómo se descubrieron los electrones? Explique el modelo atómico de Thomson
3. ¿Cómo se descubrieron los protones? Explique el modelo atómico de Rutherford
4. ¿Dónde se encuentran los neutrones en el átomo? ¿Cuál es su función?

Sesión 3: *Masa y carga atómica* (Verde)

1. ¿En qué se diferencian los protones de los neutrones?
2. Indique la masa y la carga de los protones, neutrones y electrones. ¿En qué parte del átomo se localiza la mayor parte de su masa?
3. Explique qué se entiende por:
 - a) Átomo neutro
 - b) Catión
 - c) Anión
4. ¿Qué ocurre para que un átomo neutro se convierta en un catión? ¿Y en un anión?

Sesión 4: *Isótopos* (Verde)

1. ¿Qué se entiende por número atómico (Z)? ¿Y por número másico (A)? Indica la notación que se utiliza para expresar que por ejemplo el átomo de calcio tiene un número atómico de 20 y un número másico de 40.
2. ¿Qué son los isótopos? ¿Qué diferencia hay entre los isótopos de un mismo elemento?
3. ¿Cuáles son los isótopos del carbono? ¿Cuál es la abundancia relativa de cada uno de ellos? ¿Cuál es el valor de la suma de estas abundancias relativas?
4. Completa la siguiente tabla

Tabla 1. Estructura y composición de los átomos I

Notación	Número atómico (Z)	Número másico (A)	Protones	Neutrones	Electrones
$^{11}_5\text{B}$					
$^{15}_7\text{N}$					
$^{40}_{20}\text{Ca}$					
$^{200}_{80}\text{Mg}$					

5. Completa la siguiente tabla

Tabla 2. Estructura y composición de los átomos II

Notación	Número atómico (Z)	Número másico (A)	Protones	Neutrones	Electrones
	9			10	
		31	15		
	28	59			
		210	82		

6. Sabiendo que el peso atómico de un elemento es la media ponderada de los pesos de los isótopos que presenta el elemento de acuerdo a su abundancia en la naturaleza, determina el peso atómico del átomo de carbono teniendo en cuenta cada uno de sus isótopos y su abundancia relativa.

Sesión 5: Radiación electromagnética (Gris)

1. Explica qué se entiende por **Radiación Electromagnética**. Realice un dibujo esquemático de la REM indicando la longitud de onda, las ondas correspondientes al campo eléctrico y las que se corresponden con el campo magnético así como la dirección de propagación.

- Indica cada una de las radiaciones del **Espectro Electromagnético** expresando su intervalo de Energías, frecuencias y longitudes de onda. Utiliza un dibujo para esquematizarlo.
- ¿Qué significa que la energía está cuantizada? ¿Qué es un cuanto de energía? ¿Y un fotón?
- Explica detalladamente la teoría atómica de Bohr basada en el concepto de órbita.

Sesión 6: Números cuánticos y configuración electrónica (Morado)

- ¿Qué diferencia hay entre órbita (Modelo atómico de Bohr) y orbital (modelo atómico de Schrödinger)?
- Explica de manera sencilla el concepto de “dualidad onda-partícula” atribuido a los electrones de los átomos en el modelo atómico de Schrödinger.
- ¿Qué describe cada número cuántico (n , l , m y s)? ¿Qué valores pueden tener cada uno de ellos? Dibuja la forma de los orbitales s y p .
- Indica todos los valores posibles de números cuánticos para un único electrón en el orbital $3p$.
- Utilizando el diagrama de energía que se muestra, coloque los electrones de un átomo con $Z = 18$. ¿Qué reglas son las que se utilizan para el llenado de orbitales? ¿De qué átomo se trata? ¿Cuál es su configuración electrónica?

Figura 4: Diagrama de energía para un átomo

Para finalizar, en la sesión 7 los alumnos volvieron a responder el cuestionario con las preguntas estructurantes y por último se realizó una evaluación final del CIMA.

El resumen de esta secuencia de actividades que da sentido al modelo metodológico se muestra en la figura 5. Para el trabajo en grupo, los tiempos se marcaron de forma muy estricta, así como la función que debía cumplir cada miembro del grupo: uno debía cronometrar, otro escribir las respuestas consensuadas, otra persona debía indicar en el documento elaborado por el grupo el origen de la información que aportaban en un apartado bibliográfico y otro actuar de portavoz. Todas estas funciones fueron rotando de modo que cada miembro al final del ciclo de mejora había pasado por todos los roles.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES		
Etap	Actividad	Tiempo
1: PE	A través de la plataforma virtual se plantean las preguntas encadenadas formuladas con el objetivo de abordar un problema fundamental o contenido estructurante del tema	Antes de las sesiones del ciclo de mejora
2: TIC	Trabajar individualmente las preguntas	Días comprendidos entre que tienen las preguntas en la EV y cada sesión
3: TG	Los grupos trabajan sobre las preguntas que previamente han trabajado de forma individual	45' aprox.
4: PC	Después del trabajo en grupo, se eligen dos grupos para contrastar las respuestas, los demás grupos se posicionan y/o aportan alguna variante	40' aprox
5: C	Alcanzar un consenso entre todos los grupos sobre cuál es la respuesta correcta. En este punto, si es necesario, interviene el docente remarcando los puntos más importantes.	5' aprox.

Figura 5: Secuencia de actividades del ciclo de mejora

Relato resumido de las sesiones

En la primera sesión del ciclo, los alumnos contestaron un cuestionario que contenía las preguntas o problemas claves para la comprensión del tema, los que hemos llamado problemas estructurantes. El cuestionario iba precedido por un texto en el que se explicaba el objetivo de su utilización así como cuál sería el desarrollo de las siguientes seis sesiones. Tuvieron 15 minutos para leer la explicación y hacer el cuestionario sin ningún tipo de material de apoyo. Esta primera toma de contacto de los alumnos con el CIMA fue positiva. Estaban atentos e interesados en el cambio que se les estaba proponiendo y muy respetuosos con él e incluso se mostraban orgullosos de participar en él.

Tras realizar el cuestionario inicial, se les repartió la primera actividad a realizar, consistía en leer un texto relacionado con el tema, comentarlo y entregar al profesor el comentario. Durante el tiempo en que se estaba repartiendo el texto se produjo cierto revuelo en el aula, debido probablemente a que los alumnos no suelen estar acostumbrados a realizar comentarios de texto en asignaturas de ciencias. Durante el tiempo de lectura y comentario permanecieron muy atentos transmitiendo la impresión general de que se estaban empezando a interesar por el tema. Posteriormente, al leer los comentarios por parte del docente, se repitieron ideas que prácticamente todos reflejaron, como la importancia de leer en clase más textos de ese tipo, capaces de despertar la curiosidad de los alumnos así como la capacidad de relacionar algo tan abstracto como la química con la vida cotidiana.

Finalmente, se formaron 13 grupos para el trabajo en el resto de las sesiones del CIMA, de los cuales, por razones de número de alumnos, tres fueron de 5 alumnos y el resto de 4. Una vez formados los grupos, cada componente tuvo que elegir un número del 1 al 4 (en los grupos

de 5 había un número que se podía repetir). Una vez elegido el número, se les asignaron las tareas, así los número 1 tenían que escribir un documento común respondiendo a las preguntas, los número 2 de cada grupo tenía que indicar en el documento común la fuente en la que habían encontrado la información, los número 3 actuarían como portavoces y los 4 cronometrarían el periodo de trabajo en grupo. Estas tareas se fueron rotando en las siguientes sesiones del ciclo.

Después de esta primera sesión del CIMA, se proporcionó a los alumnos a través de la plataforma virtual una hoja de trabajo con preguntas encadenadas relacionadas con el primer problema estructurante del tema.

Desde el principio de la segunda sesión del CIMA, los alumnos estuvieron trabajando en grupo el tiempo establecido para responder a las preguntas encadenadas planteadas desde el final de la sesión anterior a través de la enseñanza virtual, mientras tanto, el docente anotaba el nombre de los integrantes de cada grupo. Al mismo tiempo iba escuchando lo que decían respecto al tema de trabajo y observaba si habían trabajado previamente de forma individual. El trabajo por grupos en clase, consistía en general, en que cada grupo eligiera de entre todo el trabajo individual realizado por cada integrante fuera del aula, aquél que todos consideraban que era el mejor para responder a cada pregunta y de este modo elaborar el documento común del grupo. En esta sesión, en general, todos los alumnos se tomaron en serio el trabajo tanto de responder a las preguntas como el de la tarea que cada uno tenía asignada en el grupo, como se reflejó en la posterior puesta en común.

La puesta en común consistió en que entre todos los grupos se eligieron solo dos. Cada portavoz de estos dos grupos leyó la respuesta de su grupo y los portavoces de los demás grupos intervenían si el profesor lo indicaba,

opinando y aportando datos o conceptos que no habían sido aportados por ninguno de los dos grupos portavoces.

Al final de la segunda sesión, en la fase de consenso, el docente tuvo que intervenir haciendo un resumen de lo que consideraba esencial sobre el tema que se había trabajado, con el fin de afianzar y aclarar cuáles eran las ideas, conceptos y procedimientos más importantes que se habían abordado en esta sesión.

En la tercera sesión del CIMA, debido al carácter más directo de las preguntas planteadas como tarea así como a que ya conocían la dinámica de las sesiones, los grupos respondieron con cierta rapidez, y en general los miembros de cada grupo completaron las preguntas en el trabajo individual fuera del aula utilizando argumentos muy parecidos. Por estas razones, el tiempo destinado al trabajo grupal sobre las preguntas, a la puesta en común y a la respuesta consensuada fue menor que en la sesión anterior. Esta circunstancia permitió dedicarle el resto de la sesión a realizar una actividad que se consideró adecuada para afianzar los conocimientos que se habían trabajado hasta ese momento. Se trataba de un juego llamado “Juego de las preguntas clave” que consistía en repartir a cada grupo una serie de papeles que contenían palabras. Los grupos debían colocar estas palabras clave en dos grupos, uno es el de las palabras relacionadas con el modelo atómico de Thomson y otro el de las palabras relacionadas con el modelo atómico de Rutherford en un tiempo máximo de 7 minutos.

A continuación, se unieron los grupos de dos en dos para comparar los resultados obtenidos por cada grupo y elegir el resultado consensuado por el nuevo grupo más grande. De esta forma los estudiantes pudieron recordar y clasificar los aspectos más importantes de los dos modelos atómicos. Posteriormente se realizó una corrección general en la pizarra del aula.

Por último, debían copiar individualmente el resultado consensuado en la pizarra y elaborar un texto coherente que contuviera las palabras para cada tema y entregarlo en la siguiente sesión.

Nota: Entre las palabras clave existían gazapos que o bien no pertenecían a ninguno de los dos temas pero que servían para introducir el siguiente tema de estudio o bien no tenían relación con ningún contenido.

Esta tarea plantada de forma excepcional y al margen de la secuencia de actividades previamente diseñada para este CIMA, ha resultado ser útil tanto para trabajar conceptos por parte de los alumnos como para permitir al docente tener conocimiento de la evolución del nivel de aprendizaje. A la vista del ambiente creado en la clase durante su realización así como de la calidad de los textos que los alumnos entregaron en la siguiente sesión, sería de interés su incorporación definitiva a la secuencia de actividades en futuros CIMA

La cuarta sesión del CIMA se desarrolló con normalidad. Los grupos empezaron a funcionar de manera autónoma y en general, la mayoría de los alumnos había realizado el trabajo de forma individual antes de la sesión. Tras la fase de conclusión consensuada, aún quedaban 5 minutos para finalizar la clase por lo que se les planteó una nueva pregunta en relación a los isótopos. Esta pregunta, introducida al margen de la secuencia de actividades diseñada para el CIMA, era la siguiente: "Explicar el significado de la siguiente afirmación: Las diferencias de masa sólo causan pequeños efectos químicos. Por tanto, podemos hablar por ejemplo de la química del carbono sin especificar el isótopo que reacciona." Los grupos se reunieron durante 3 minutos para consensuar su respuesta, tras este tiempo, el portavoz de uno de los grupos leyó su respuesta que resultó ser correcta, cosa de la que los demás grupos estuvieron de acuerdo. De nuevo, para el

futuro, sería deseable incorporar esta nueva pregunta a la secuencia de actividades diseñada al inicio del CIMA

En la quinta sesión, todos los alumnos habían realizado previamente la tarea de forma individual, lo que les facilitó en buena medida el trabajo en grupo. La organización de los grupos se realizó de forma prácticamente autónoma y lo más llamativo fue comprobar como los miembros de cada grupo se explicaban las dudas entre ellos y prácticamente no requerían la intervención del docente. Conversando con los distintos grupos, se podía notar que estaban adquiriendo un ritmo de trabajo que les resultaba útil, e incluso había alumnos que decían que estaban aprendiendo mucho.

La sexta sesión, comenzó con la visualización de un vídeo que resumía el tema tratado en la sesión anterior y tras finalizar, la sesión continuó con la misma dinámica. Durante el tiempo de trabajo en grupos, aunque la mayoría había hecho el trabajo previo individual, dada la complejidad del tema que se estaba trabajando, en algún momento fue necesario intervenir para dar algunas pistas que sirvieran como guía sobre cómo responder adecuadamente a las preguntas. A partir de este momento, los grupos empezaron a funcionar de manera más autónoma y la sesión transcurrió con normalidad.

Con la realización del cuestionario final en la séptima sesión finalizó el ciclo de mejora. Tras observar las escaleras de aprendizaje elaboradas a partir del cuestionario inicial y final, se comprobó que la mayoría de los alumnos, pasó a algún nivel superior de conocimiento y en todos los casos aumentó el porcentaje de estudiantes en el nivel superior de cada una de las escaleras (ver siguiente apartado). Además, estos resultados mostraron la enorme importancia del diseño de las preguntas estructurantes así como el de las preguntas encadenadas para el buen desarrollo del CIMA.

Para finalizar, los alumnos respondieron a una encuesta con el objetivo de evaluar el CIMA.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Como ya se indicó en apartados anteriores, con el propósito de evaluar el aprendizaje de los estudiantes durante el ciclo de mejora, se utilizaron escaleras iniciales y finales de aprendizaje. Las escaleras se elaboraron pasando el cuestionario a los alumnos con las preguntas o problemas estructurantes del tema, antes de empezar el ciclo de mejora y al finalizarlo. Las respuestas de los alumnos se clasificaron de menor a mayor adecuación a la respuesta prototipo ideal, cada respuesta se hizo corresponder con un nivel de aprendizaje y la distancia entre los niveles dependió de la complejidad del obstáculo que había que superar para pasar a un nivel superior. Una vez elaborada la escalera, se calculó el porcentaje de estudiantes que había en cada nivel. De esta forma, se tuvo una idea general del conocimiento sobre el tema que tenía el grupo así como cada alumno de forma individual antes de iniciar el ciclo de mejora y al finalizarlo. La escalera inicial, permitió además conocer qué partes del tema requerían mayor trabajo en función del nivel inicial de los alumnos. Por último, la evolución del resultado de la escalera final con respecto a la inicial, fue utilizada como uno de los procedimientos de evaluación de los alumnos del curso.

En las figuras 6 y 7, se muestran las escaleras de aprendizaje para todas las preguntas, los patrones de respuestas que constituyeron los distintos niveles, y los porcentajes de alumnos que se situaron en cada nivel tanto al inicio del ciclo como al final.

VICTORIA VALDIVIA GIMÉNEZ

Figura 6: Escaleras de aprendizajes de las preguntas clave 1 y 2.

Figura 7: Escaleras de aprendizajes de las preguntas clave 3 y 4.

Evaluación del diseño puesto en práctica

En primer lugar, resulta obligado destacar que aunque la autora había realizado con anterioridad un CIMA, presentado en las IV Jornadas de Formación e Innovación Docente de la US en Diciembre de 2017, esta era la primera vez que ponía en práctica un cambio tan ambicioso en el aula. En este sentido, el resultado del CIMA puede considerarse satisfactorio. Sin embargo, en este sentido cabe destacar que aunque el mapa de contenidos se ha podido trabajar en su totalidad y la secuencia de actividades y el modelo metodológico diseñados al inicio del CIMA prácticamente se han cumplido, sería conveniente incluir en ellos el “Juego de las palabras clave”, la pregunta sobre la reactividad de los isótopos y la visualización de vídeos al inicio de las sesiones. Por otro lado, en futuras aplicaciones del CIMA, teniendo en cuenta la complejidad del tema de la última sesión, también sería conveniente que los contenidos de la misma se pudieran tratar en dos sesiones en lugar de en una.

Por otro lado, las escaleras de aprendizaje han resultado de gran utilidad para evaluar el diseño ya que mostraron la evolución del grupo y de cada alumno durante el desarrollo del CIMA, de modo que al finalizar, se pudo conocer el grado en que se habían alcanzado los objetivos de aprendizaje. Así, aunque no se alcanzaron al cien por cien los objetivos en el sentido de que todos los estudiantes se localizaran en el nivel más elevado de cada escalera, en general se produjo una evolución positiva prácticamente de todos ellos.

Por último, los alumnos que participaron en esta experiencia de enseñanza-aprendizaje tuvieron la oportunidad de evaluarla calificándola con un valor numérico que iba de 0 a 5 en relación al modo en que el nuevo modelo docente les había sido útil para trabajar, estudiar y comprender mejor la materia objeto de estudio. Así, los valores numéricos se pueden corresponder con las siguientes afirmaciones:

- 0: No me ha sido útil
 1: Me ha sido útil sólo para trabajar, pero no para estudiar ni comprender mejor la materia objeto de estudio
 2: Me ha sido útil para trabajar y estudiar, pero no para comprender mejor la materia objeto de estudio
 3: Me ha sido útil para trabajar, estudiar y comprender algo la materia objeto de estudio
 4: Me ha sido útil para trabajar, estudiar y comprender mejor la materia objeto de estudio
 5: Me ha sido útil para trabajar, estudiar y comprender mucho mejor la materia objeto de estudio.

Los resultados de esta valoración se muestran en la figura 8.

Como se puede observar en la figura 8, el 80% de los estudiantes valoró positivamente el CIMA en cuanto a su utilidad a la hora de trabajar, estudiar y comprender el contenido del tema, de ese 80%, el 30% consideró que es una metodología útil para trabajar, estudiar y comprender algo el tema (valoración = 3), el 41% consideró que es útil para trabajar, estudiar y comprenderlo mejor (valoración = 4) y el 9% consideró que es útil para trabajar, estudiar y comprenderlo mucho mejor (valoración = 5). El resto de estudiantes consideró que el método le había servido poco, aun así, ninguno le dio una valoración de 0.

Figura 8: Evaluación del CIMA por los alumnos

Conclusiones finales

Se ha diseñado un CIMA para el estudio del átomo en primer curso del grado en Educación Primaria de la Universidad de Sevilla.

- Se ha elaborado un mapa de contenidos que ha permitido diseñar cuatro preguntas clave que los alumnos respondieron al inicio y al final del CIMA.
- Se ha diseñado y seguido un mismo modelo metodológico para las sesiones del CIMA con una secuencia de actividades adaptada a las necesidades del grupo.
- La fase de evaluación del CIMA se ha realizado mediante el empleo de escaleras iniciales y finales de aprendizaje elaboradas a partir de las respuestas de los alumnos al cuestionario de preguntas clave al inicio y al final de las sesiones.
- Las escaleras de aprendizaje han mostrado la evolución real del aprendizaje de los estudiantes tras la aplicación del CIMA, alcanzándose en la mayoría de los casos el objetivo de aprendizaje establecido previamente y localizado en los niveles más altos de las escaleras de aprendizaje.
- Los alumnos han evaluado el modelo obteniéndose una puntuación elevada.
- Tras de la implantación de este CIMA, sería conveniente incorporar a la práctica docente habitual, la realización de cuestionarios iniciales y finales con preguntas estructurantes de los diferentes temas, con el objetivo de evaluar, por medio de las escaleras de aprendizaje, tanto la metodología docente como el nivel de adquisición de conocimiento por parte de los estudiantes.

Bibliografía

- Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Finkel, D. (2000). *Teaching with your mouth shut*. Portsmouth, NH: Heinemann Boynton/Cook.
- Porlán, R. (2017). *Enseñanza Universitaria: cómo mejorarla*. Madrid: Ediciones Morata.
- Valdivia, V. (2017). *Un modelo docente innovador para la interpretación de la tabla periódica*. En R. Porlán y E. Navarro-Medina (Coords.), IV Jornadas de Docencia Universitaria (págs. 1066-1078). Sevilla: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla.